

(19)



Europäisches Patentamt  
European Patent Office  
Office européen des brevets



(11)

EP 0 843 318 A1

(12)

## DEMANDE DE BREVET EUROPEEN

(43) Date de publication:  
20.05.1998 Bulletin 1998/21

(51) Int Cl. 6: G21F 5/10

(21) Numéro de dépôt: 97420215.2

(22) Date de dépôt: 18.11.1997

(84) Etats contractants désignés:  
AT BE CH DE DK ES FI FR GB GR IE IT LI LU MC  
NL PT SE

(30) Priorité: 19.11.1996 FR 9614487

(71) Demandeur: Transnucléaire  
75008 Paris (FR)

(72) Inventeurs:

- Kirchner, Bernard  
91190 Gif/S/Yvette (FR)
- Malesys, Pierre  
94470 Boissy Saint Leger (FR)

(74) Mandataire: Mougeot, Jean-Claude et al  
PECHINEY  
28, rue de Bonnel  
69433 Lyon Cedex 03 (FR)

### (54) Dispositif à cannelures pour le refroidissement extérieur de conteneurs pour matières radioactives

(57) Conteneur pour le conditionnement de matières radioactives dont la paroi extérieure (5) est refroidie par l'air ambiant à l'aide d'un dispositif à cannelures (7) pratiquées dans ladite paroi extérieure (5).

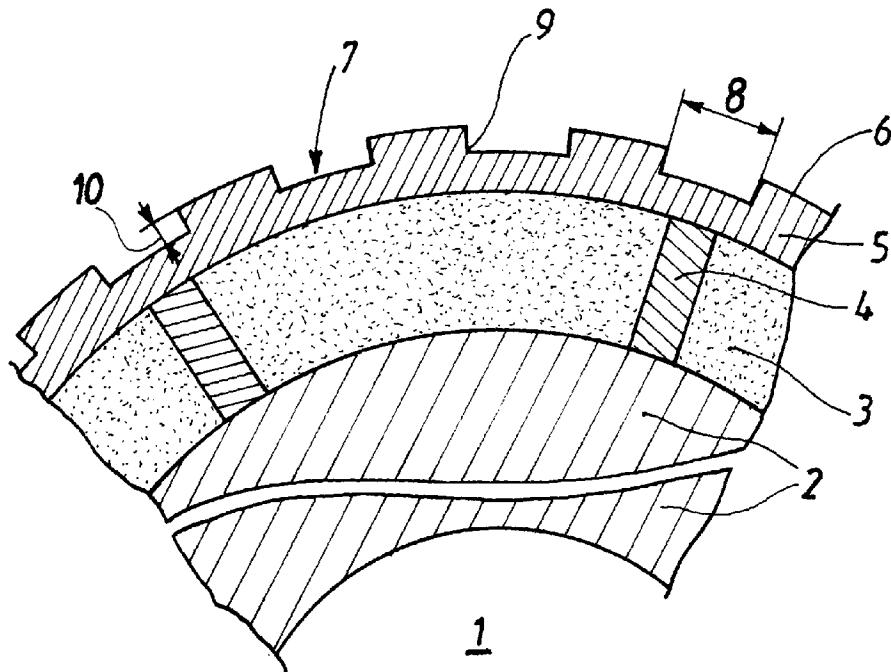


FIG.1

EP 0 843 318 A1

**Description****DOMAINE TECHNIQUE**

L'invention concerne un dispositif de refroidissement de la surface extérieure de conteneurs pour le transport ou le stockage de matières radioactives, en particulier les assemblages combustibles nucléaires irradiés, ledit refroidissement consistant à dissiper la puissance thermique générée par lesdites matières radioactives emballées par convection dans l'air ambiant.

**ETAT DE LA TECHNIQUE**

Les matières radioactives, en particulier les assemblages combustibles nucléaires irradiés, sont généralement transportées et/ou stockées dans des conteneurs (également appelés emballages) étanches de forme cylindrique à parois très épaisses (plusieurs dizaines de cm), principalement à base de fonte ou d'acier forgé ou moulé, qui assurent notamment des fonctions de tenue mécanique (résistance aux chocs ou chutes sévères), de protection radiologique, et de transfert thermique de l'intérieur vers l'extérieur.

Les parois peuvent aussi être composites et comporter des éléments additionnels permettant d'améliorer les performances du conteneur : par exemple résine, plomb pour améliorer la protection radiologique, cuivre pour améliorer le transfert thermique, etc...

Les matières radioactives emballées dégageant de la chaleur, la dissipation de la puissance thermique correspondante dans l'air ambiant doit être telle que les composants du conteneur et de son contenu ne soient portés en aucun endroit à des températures préjudiciales à leur maintien dans un état adéquat.

Comme le transfert de chaleur à travers la paroi du conteneur se fait généralement par conduction, c'est-à-dire proportionnellement à la puissance thermique du contenu, il s'ensuit que, pour une puissance donnée, la température extérieure de ladite paroi doit également rester inférieure à une certaine valeur.

Afin de ne pas dépasser cette valeur maximum, le principal paramètre sur lequel on puisse jouer pour dissiper la puissance thermique voulue est l'aire de la surface extérieure du conteneur exposée à la convection de l'air ambiant.

Pour accroître cette aire il est connu d'utiliser des ailettes par exemple selon les modes de réalisation suivants :

- des éléments en acier ou cuivre (bandes, picots, profilés...) peuvent être soudés perpendiculairement à la surface extérieure des emballages
- des profilés en aluminium ou ses alliages, par exemple en forme de U peuvent être fixés selon une génératrice (par vissage, rivetage...) contre la surface extérieure pour assurer un bon contact thermique

- des ailettes peuvent être usinées dans la masse de la paroi, soit selon une génératrice, soit circonférentiellement ; ceci est actuellement réalisé en disposant au départ de parois épaisses permettant d'y tailler des ailettes de grande taille, ce qui entraîne une perte de matière importante
- des emballages peuvent être obtenus par coulée directement avec des ailettes.

Typiquement les ailettes sont espacées de 5 à 10 cm et ont une hauteur, perpendiculairement à la surface extérieure, d'environ 10 cm voire davantage.

La présence d'aillettes accroît d'autant l'encombrement de l'emballage et constitue un sérieux handicap lorsqu'il existe des contraintes sévères concernant l'espace ou la surface disponible où l'emballage doit être stocké, manutentionné ou transporté.

En outre la présence d'aillettes d'une part peut constituer des pièges à contamination difficiles à nettoyer, en particulier quand les ailettes sont fixées contre la surface extérieure de l'emballage, d'autre part peut constituer une masse de matière non négligeable qu'il n'est pas possible de prendre en compte pour effectuer les calculs de blindage radioactif du fait des fuites de rayonnement gamma pouvant survenir entre deux ailettes consécutives si elles se trouvent trop écartées l'une de l'autre.

Ainsi la demanderesse a cherché comment accroître la surface d'échange en limitant l'accroissement d'encombrement et en faisant en sorte que la totalité de la matière employée soit prise en compte pour le blindage.

**DESCRIPTION DE L'INVENTION**

L'invention est un dispositif pour le refroidissement extérieur de conteneurs pour le conditionnement de matières radioactives ayant une paroi métallique extérieure, caractérisé en ce qu'il comporte des cannelures pratiquées dans la face extérieure de ladite paroi.

Les parois peuvent être plus ou moins épaisses (de quelques cm à quelques dizaines de cm d'épaisseur) métalliques homogènes ou composites et généralement à base d'acier ou de fonte, mais aussi d'aluminium, de cuivre ou de leurs alliages.

Ainsi les cannelures sont pratiquées directement dans la face extérieure de la paroi métallique épaisse, ou bien quand la paroi épaisse est recouverte d'un blindage neutronique (par exemple à base de résine hydrogénée), celui-ci étant à son tour recouvert d'une enveloppe métallique plus mince (par exemple en tôle d'acier de 10 à 30 mm d'épaisseur), lesdites cannelures sont pratiquées dans la face extérieure de ladite enveloppe, la continuité thermique entre la paroi épaisse et l'enveloppe étant alors réalisée habituellement à l'aide de pièces métalliques servant de conducteurs thermiques et traversant le blindage neutronique.

Les conteneurs étant en général cylindriques à section droite circulaire ou polygonale, les cannelures cons-

tituant le dispositif selon l'invention peuvent y être pratiquées selon des génératrices de la surface cylindrique, donc dans un plan parallèle à l'axe du cylindre, ou selon le périmètre (ou circonférence) de ladite section droite, donc dans un plan perpendiculaire à l'axe du cylindre. Les cannelures peuvent également être hélicoïdales, tournant autour du conteneur dans un sens, ou dans l'autre, ou dans les deux.

Le dispositif à cannelures selon l'invention présente donc une très grande souplesse car il peut être adapté au type de conteneur utilisé et à la façon de l'utiliser. Ainsi un conteneur pour le stockage sera utilisé verticalement et aura des cannelures selon des génératrices ; par contre un conteneur pour le transport sera utilisé surtout en position horizontale et aura un système de cannelures circonférentielles, ou encore un système de cannelures hélicoïdales enroulées dans un sens ou dans l'autre, ou dans les deux, ce qui ne peut pas être obtenu avec un système de refroidissement à ailettes classiques.

Les cannelures peuvent être gravées par usinage (tournage, fraisage...) ou obtenues directement par moulage, extrusion ou tout autre procédé.

En général les cannelures sont régulièrement espacées. Leur section droite (en creux dans la paroi métallique) est avantageusement polygonale, de préférence carrée ou rectangulaire, pour obtenir un meilleur accroissement de surface, mais peut avoir d'autres profils, par exemple circulaires etc... Elles sont séparées les unes des autres par une portion de la surface extérieure de la paroi en relief par rapport aux cannelures en creux.

La figure 1 donne l'illustration d'une paroi composite d'un conteneur cylindrique à section droite circulaire où les cannelures selon l'invention ont été pratiquées selon des génératrices (parallèlement à l'axe du cylindre).

En (1) on voit la cavité intérieure du conteneur dans laquelle est introduite par exemple une pluralité d'assemblages combustibles nucléaires irradiés, en (2) la paroi épaisse par exemple en acier assurant le confinement de la matière nucléaire, en (3) un blindage neutronique en résine hydrogénée, en (5) une enveloppe extérieure en acier recouvrant ledit blindage (3) et en (4) des pièces métalliques assurant le transfert thermique de la paroi (2) vers l'enveloppe extérieure (5) qui, elle, assure la dissipation de la puissance thermique dans l'air ambiant par convection naturelle.

Dans la surface extérieure (6) de l'enveloppe (5), on a pratiqué des cannelures (7) ouvertes et en contact avec l'air ambiant, à section rectangulaire (dans ce cas de figure), de largeur (8), de profondeur (10) et dont les angles rentrants (9) sont arrondis.

Il est particulièrement important de noter que la largeur (8) des cannelures est inférieure à 30 mm et leur profondeur (10) à 15 mm; dans ces conditions il est aisément d'obtenir qu'aucune variation significative du débit de dose résultant de la présence des cannelures ne soit mesurable aussi bien à la surface du conteneur qu'à 1 m ou 2 m de sa surface (ainsi que le prévoit la régle-

mentation applicable) : ainsi toute la matière de la paroi ou de l'enveloppe extérieure, après façonnage des cannelures, peut effectivement être prise en compte dans les calculs de blindage.

5 Par ailleurs pour que les cannelures aient une efficacité suffisante pour le refroidissement par l'air ambiant, il est avantageux que leur largeur et leur profondeur soient supérieures à 1 mm et de préférence comprises entre 5 et 10 mm, de manière que l'air puisse circuler efficacement dans lesdites cannelures.

10 D'autre part le pas des cannelures (c'est-à-dire la distance dont chacune devrait être déplacée pour venir coïncider avec la suivante) doit être déterminé en relation avec leur largeur et leur profondeur suivant l'accroissement de surface que l'on veut obtenir.

15 Typiquement le pas est compris entre 1 et 50 mm de préférence entre 10 mm et 20 mm.

Bien sûr le pas doit être supérieur à la largeur des cannelures.

20 Ainsi des cannelures longitudinales à section droite rectangulaire de largeur 10 mm, de profondeur 5 mm au pas de 20 mm, permettent une augmentation de 50% de la surface extérieure du conteneur soumis au refroidissement par l'air ambiant, tandis que les cannelures à section droite carrée de même largeur, de profondeur 10 mm au pas 20 mm permettent une augmentation de 100%.

25 Simultanément à cet accroissement de surface on ne note aucune variation mesurable du débit de dose autour du conteneur, par rapport à une paroi lisse d'épaisseur moyenne équivalente, alors que le diamètre extérieur du conteneur (encombrement) n'a été augmenté que de la profondeur d'une cannelure (soit 2 fois la demi-profondeur d'une cannelure) par rapport à ladite 30 paroi lisse fournissant des performances de blindage équivalentes.

35 En résumé un conteneur avec des cannelures selon l'invention aura le même poids et les mêmes performances de blindage qu'un conteneur sans cannelure, alors que sa surface de refroidissement sera nettement augmentée et que son encombrement (par exemple son diamètre) ne sera augmenté que de quelques mm.

40 En comparaison, un conteneur ayant une paroi lisse de même épaisseur munie d'aillettes longitudinales d'épaisseur 10 mm, de hauteur 50 mm, au pas de 100 mm, procurant un accroissement de surface de 100%, conduit à une augmentation du diamètre hors tout de 100 mm, le débit de dose étant déterminé par les zones comprises entre les ailettes ; ceci signifie que la matière 45 des ailettes ne peut être prise en compte dans les calculs de blindage et constitue donc un poids mort de ce point de vue.

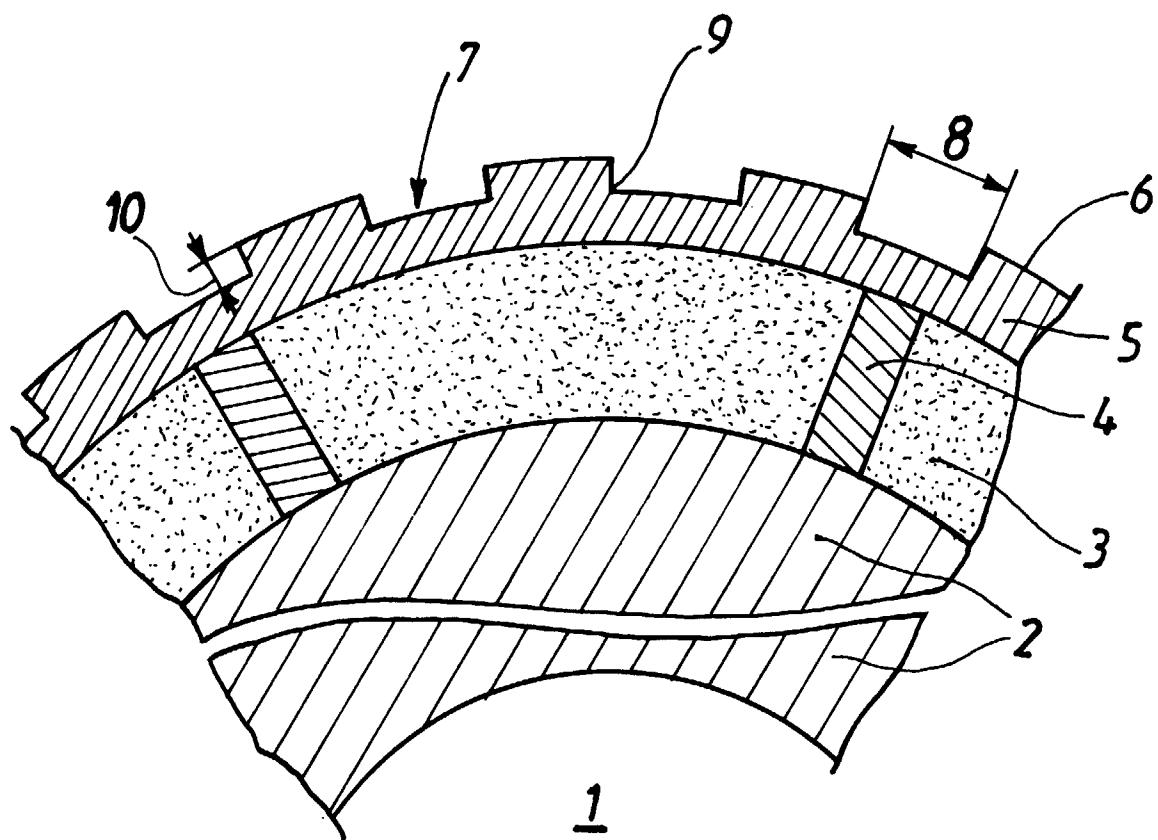
45 En plus des avantages concernant l'encombrement et le meilleur rendement du blindage, qui viennent d'être vus, il faut noter que la confection des cannelures est beaucoup plus aisée à réaliser et moins onéreuse, en particulier par moulage, extrusion ou usinage, du fait dans ce dernier cas de leurs faibles dimensions et donc

de la production d'une quantité de copeaux réduite. Pour la même raison la décontamination est grandement facilitée, en particulier quand les angles rentrants des cannelures sont arrondis.

L'invention est utilisable pour tout type de conteneur destiné à des matières dégageant une puissance thermique importante ; elle est particulièrement adaptée aux conteneurs de grandes dimensions, par exemple pour le transport ou le stockage d'une pluralité d'assemblages combustibles nucléaires irradiés, et singulièrement aux conteneurs ayant une paroi de confinement primaire épaisse (20 à 50 cm) en acier ou en fonte, éventuellement recouverte d'un blindage neutronique, généralement en résine hydrogénée, lui-même protégé par une enveloppe en acier qui a généralement une épaisseur de plusieurs centimètres..

### Revendications

1. Dispositif de refroidissement extérieur d'un conteneur de conditionnement de matières radioactives ayant une paroi métallique extérieure (5) caractérisé en ce qu'il comporte des cannelures (7) pratiquées en creux dans la face extérieure (6) de ladite paroi (5) et séparées les unes des autres par une portion en relief de ladite face externe de la paroi, la largeur des cannelures étant comprise entre 1 et 30 mm et leur profondeur entre 1 et 15 mm., .
2. Dispositif selon la 1 revendication 1 caractérisé en ce que le pas des cannelures (7) est inférieur à 50 mm.
3. Dispositif selon l'une quelconque des revendications 1 ou 2 caractérisé en ce que, quand le conteneur est cylindrique à section circulaire ou polygonale, les cannelures sont parallèles ou perpendiculaires à une génératrice, ou hélicoïdales autour de l'axe du conteneur et enroulées dans au moins un sens.
4. Dispositif selon l'une quelconque des revendications 1 à 3 caractérisé en ce que les cannelures résultent d'une coulée, d'une extrusion ou d'un usinage de métal.
5. Dispositif selon l'une quelconque des revendications 1 à 4 caractérisé en ce que la paroi métallique extérieure du conteneur est en acier, fonte, aluminium, cuivre ou leurs alliages .
6. Conteneur de conditionnement de matières radioactives comportant le dispositif de l'une quelconque des revendications 1 à 5.



**FIG.1**



Office européen  
des brevets

## RAPPORT DE RECHERCHE EUROPEENNE

Numéro de la demande  
EP 97 42 0215

DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS		Revendication concernée	CLASSEMENT DE LA DEMANDE (Int.Cl.6)
Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes		
Y	BE 875 144 A (NAAMLOZE VENNOOTSCHAP BELGONUCL AIRE) 16 juillet 1979 * page 3; figures 2,3 *	1-6	G21F5/10
Y	EP 0 301 121 A (WIELAND WERKE AG) 1 février 1989 * revendications 1-7,11; figures 1-5 *	1-6	
A	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 016, no. 536 (P-1449), 6 novembre 1992 & JP 04 204000 A (KOBE STEEL LTD), 24 juillet 1992, * abrégé *	1,3,6	
A	DE 19 60 536 A (KERNFORSCHUNGSSANLAGE JUELICH) 16 juin 1971 * le document en entier *	1-6	
A	DD 272 981 A (VEB GERMANIA KARL-MARX-STADT) 1 novembre 1989 * page 4; figures 1,2 *	1,3,5,6	DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHES (Int.Cl.6)
A	DE 32 06 705 A (VOX ANTON J) 1 septembre 1983 * revendication 1; figure 1 *	1,3,5,6	G21F F28F
Le présent rapport a été établi pour toutes les revendications			
Lieu de la recherche	Date d'achèvement de la recherche	Examinateur	
LA HAYE	29 janvier 1998	Deroubaix, P	
CATEGORIE DES DOCUMENTS CITES			
X : particulièrement pertinent à lui seul	T : théorie ou principe à la base de l'invention		
Y : particulièrement pertinent en combinaison avec un autre document de la même catégorie	E : document de brevet antérieur, mais publié à la date de dépôt ou après cette date		
A : arrière-plan technologique	D : cité dans la demande		
O : divulgation non-écrite	L : cité pour d'autres raisons		
P : document intercalaire	& : membre de la même famille, document correspondant		